Пришла в ПО 20.02 Обраб. 12.03 верстка 15.03 сверка 30.03 правка сверки 00.00

Счетчики-распределители теплопотребления. Метрологические аспекты

В.А. Медведев, *кандидат технических наук*
ФГУ "Ростест-Москва", Москва

Невозможно переоценить значение объективных измерений количества тепла, потребляемого жильцами квартир, для реформы ЖКХ, с таким трудом начинающейся в России. Массовому применению таких измерений препятствуют недоработки в законодательстве, отсутствие стимула к установке измерительных приборов. Потребитель в подавляющей массе жилых домов пока не имеет возможности регулировать теплопотребление на отопление по своему усмотрению – так спроектированы системы отопления и отопительные радиаторы. Не последнюю роль играет и недостаточное развитие технической базы и метрологического обеспечения измерений в рассматриваемой сфере.

Даже в городах с наиболее развитым учетом потребления тепла в ЖКХ – Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде – теплосчетчики, за редким исключением, устанавливаются только в центральных тепловых пунктах, обслуживающих группы жилых домов. И все-таки на очереди использование счетчиков в отдельных домах и подъездах и даже в квартирах. Опыт стран Европы, в том числе ее восточной части, имеющей жилищный фонд, аналогичный российскому, вселяет определенный оптимизм. Некоторая практика имеется и в отдельных российских городах, которая показывает, что в каждом конкретном случае нужно выбирать между использованием индивидуальных теплосчетчиков и применением счетчиков-распределителей теплопотребления. При горизонтальной разводке труб отопления и большой площади квартиры, когда при относительно большом расходе теплоносителя достигается надежно измеримое снижение его температуры, могут быть использованы теплосчетчики. Доля домов с такими квартирами пока незначительна, а цена теплосчетчика, оплачиваемого жильцом, достаточно высока. Кроме того, теплосчетчик требует периодического обслуживания и поверки.

Поэтому использование счетчиков-распределителей теплопотребления представляется в близком будущем приемлемым как с точки зрения применимости к квартирам с любым типом разводки труб отопления, так и по затратам населения на приобретение этих более простых и недорогих средств измерения, к тому же не требующих обслуживания на протяжении всего срока службы, составляющего 10 лет.

Принцип применения счетчиков-распределителей теплопотребления следует из соотношения для теплового потока q через поверхность S отопительного радиатора:

$$q=\alpha\times S\times(t_с-t_ж), \quad (1)$$

где α – средний коэффициент теплоотдачи стенки к омывающему ее воздуху; $t_с$ – средняя температура стенки; $t_ж$ – температура воздуха. Определенный интеграл от (1) за интервал времени $\Delta\tau=\tau_2-\tau_1$ представляет собой количество теплоты, отданной радиатором за это время:

$$Q=\int_{\tau_1}^{\tau_2} q\times dt. \quad (2)$$

В механизме передачи тепла от наружной стенки радиатора к воздуху помещения присутствуют такие составляющие, как конвекция, теплопроводность, излучение. Хотя мы и называем отопительный прибор радиатором, поток,

© В.А. Медведев, 2004

передаваемый радиацией, составляет порядка 25% и его доля сильно уменьшается, если радиатор закрыт декоративной стенкой, панелью или жалюзи.

При конвективном теплообмене коэффициент теплоотдачи α пропорционален критерию устойчивости Грасгофа. Последний в свою очередь пропорционален разности температур Δt стенки и воздуха в степени от 0,1 до 0,3. Так что для (1) справедлива приближенная запись:

$$q \approx k \times \Delta t^{n}, \qquad (3)$$

где n лежит в пределах от 1,1 до 1,3. Значение коэффициента k зависит от типа радиатора, способа крепления на нем счетчика-распределителя, способа установки радиатора в помещении и ряда других условий.

Ясно, что соотношение (3) – не более чем удобное эмпирическое приближение, которое может быть использовано при решении рассматриваемой задачи распределения общего количества теплоты, хотя и требует учета особенностей конкретных систем отопления. При абсолютных измерениях тепловых потоков и количества теплоты такие методы связаны с использованием ряда эмпирических коэффициентов, имеют точность не более 10–15% и уступают калориметрическому методу, который по сути реализован в теплосчетчике.

Современные электронные распределители включают в свой состав от одного до трех термопреобразователей, служащих для определения "температурного напора" Δt. Как минимум один из них или два служат для определения условной средней температуры поверхности радиатора или средней логарифмической температуры потока теплоносителя.

В наиболее простом варианте односенсорного счетчика-распределителя температура воздуха в помещении полагается постоянной величиной, равной, например, 20°С. Так устроен счетчик-распределитель INDIV-3 фирмы "Данфосс", статическая характеристика преобразования которого:

$$J = \int_{\tau_1}^{\tau_2} (k_{\text{Сбба}} \times \Delta t / A)^{1{,}15} \times dt, \quad (4)$$

где J – нарастающее во времени показание индикаторного устройства; $\Delta t = t - 20$, если $t \geq t_z$; $\Delta t = 0$, если $t < t_z$; $t_z = 28$°С для всех месяцев года, кроме июня, июля и августа, когда $t_z = 40$°С; t – температура, измеряемая термометром счетчика-распределителя на поверхности специальной теплопередающей пластины из алюминиевого сплава, закрепляемой в контрольной точке радиатора. Нормирующий коэффициент А=60 вводится для уменьшения разрядности дисплея (нормирование предусматривает наиболее типичный температурный напор $\Delta t = 40$°С), $k_{\text{Сбба}} = 1{,}28$ характеризует влияние "базового" контактного сопротивления между поверхностью радиатора и точкой, где измеряется температура.

В рабочем состоянии INDIV-3 производит измерения, вычисления и суммирование периодически с интервалом 240 с; при необходимости контроля характеристик частота измерений может быть увеличена в 60 раз. Приведем для примера форму вывода показаний в названном счетчике-распределителе.

Дисплей осуществляет автоматическую смену показаний в приведенной ниже последовательности (см. рисунок):

– текущие показания (время индицирования 3 с);

– результаты самотестирования прибора (0,5 с);

– дата последнего периода настройки (1 с);

– показания предыдущего года (3 с);

– контрольная сумма (3 с).

Подчеркнем еще раз, что показания таких счетчиков-распределителей служат лишь основой для расчета теплопотребления каждой квартирой. Эта величина и все другие участвующие в расчете величины являются с точки зрения метрологии случайными величинами и вносят свой вклад в неопределенность результата. Границы погрешности показаний электронного счетчика-распределителя установлены в стандарте EN 834 и представляют собой фак-



Форма вывода показаний счетчика-распределителя

тически норму точности измерения произведения разности температур на интервал времени:

8°С≤Δ*t*≤10°С	12%
10°С≤Δ*t*≤15°С	8%
15°С≤Δ*t*≤40°С	5%
40°С≤Δ*t*	3%

Контроль этих нормированных характеристик распределителя INDIV-3 несколько неудобен из-за медленного накопления показаний при малом значении Δ*t*, однако в ускоренном режиме измерения он вполне выполним.

Что касается оценки неопределенности результата расчета количества теплоты для каждого абонента, то она, согласно требованиям законодательства, должна стать предметом рассмотрения в соответствующем разделе методики выполнения измерения с применением счетчиков-распределителей того или иного типа.

Оставляя за рамками нашего короткого рассмотрения некоторые моменты применения счетчиков-распределителей, укажем на состояние их метрологического обеспечения в России:

– отсутствуют нормативные документы, устанавливающие технические требования, методы испытаний и контроля технических характеристик для счетчиков-распределителей теплопотребления;

– в России пока нет лаборатории, которая была бы соответствующим образом оснащена, аккредитована и могла бы взять на себя определение коэффициентов, нужных для расчетов за потребленное тепло по показаниям счетчиков-распределителей, для радиаторов российского производства. В настоящее время определение этих величин по частному заказу инициативных российских фирм для ряда радиаторов выполняет теплотехническая лаборатория в Берлине.

И все же вопросами применения счетчиков-распределителей в России уже несколько лет занимаются фирмы, интересы которых лежат в сфере производства, продажи и применения приборов учета тепла. Как уже было сказано, имеется начальный опыт их применения. Этот опыт нужно расширять как путем разумного увеличения числа типов приборов, которые могли бы быть применены, так и развитием нормативного обеспечения, в том числе и метрологического.